PETROGRAPHISCHE STUDIEN IM „KLEINEN KAUKASUS“.

Inaugural-Dissertation

zur

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

der

Hohen Philosophischen Fakultät, II. Sektion

der

Kgl. Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München.

Eingereicht vom Dipl. Bergingenieur

JOSEPH TANATAR aus EKATERINOSLAW (Südrußland).

München 1911.

A. Huber, herzogl. bayer. Hoflithographie & Buchdruckerei, München, Neuturmstraße 2a.

PETROGRAPHISCHE STUDIEN
IM „KLEINEN KAUKASUS“.

Inaugural-Dissertation

zur

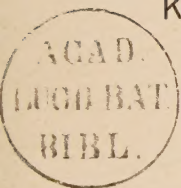
ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

der

Hohen Philosophischen Fakultät, II. Sektion

der

Kgl. Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München.



Eingereicht vom Dipl. Bergingenieur

JOSEPH TANATAR aus EKATERINOSLAW (Südrußland).

München 1911.

A. Huber, herzogl. bayer. Hoflithographie & Buchdruckerei, München, Neuturmstraße 2a.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555412_0149

An die

PHILOSOPHISCHE FAKULTÄT, II. SEKTION, MÜNCHEN.

Betreff: Lebenslauf.

Ich, Joseph Tanatar, wurde am 17. September 1880 zu Melitopol (Südrußland, Taurien-Gouvernement) als Sohn des Kaufmanns Isaak Tanatar geboren, besuchte die Realschule zu Melitopol, an der ich im Sommer 1899 mein Abiturientenexamen bestand. Die vier ersten Jahre studierte ich in Ekaterinoslaw an der Berg-Hochschule und bestand im Jahre 1903 das Bergingenieurexamen. Ein Jahr Freiwilliger beim Militär, bin ich seit 1904 als Assistent für Mineralogie an der Berg-Hochschule zu Ekaterinoslaw angestellt, wurde im Jahre 1905 nach Freiberg i. S. abkommandiert, wo ich ein Semester Mineralogie und Petrographie an der Bergakademie studierte. In den Jahren 1906 und 1907 nach München abkommandiert, lernte ich an der Universität Mineralogie und Petrographie; in beiden Jahren nur die Sommersemester. Im Jahre 1908 wurde ich nach dem Kaukasus abkommandiert für geologisch-petrographische Untersuchungen, deren Resultat die vorliegende Arbeit bildet. Zugleich wurde ich im Jahre 1908 als Privatdozent für Lötrohrprobierkunde an der Berg-Hochschule zu Ekaterinoslaw ernannt.

In den Jahren 1909 und 1910 wurde ich nach München abkommandiert zur Bearbeitung des im Kaukasus gesammelten Materials. Bei der Gelegenheit studierte ich Geologie als Nebenfach zu meiner weiteren Ausbildung. Ich beschrieb im Jahre 1909 einen Teil des im Kaukasus gesammelten Materials (abgeschickt an Tschermaks Mineral. Mitteil.) unter dem Titel: „Beiträge zur Petrographie des russisch-armenischen Hochlandes.“

Im Sommersemester 1907 arbeitete ich im chemischen Laboratorium von Dr. Bender & Dr. Hobein, an dem ich hauptsächlich organische Chemie lernte. In demselben Jahre fertigte ich beim Studium an der Universität München die Arbeit über die Rubinlagerstätten von Nanya-zeick (Birma) (publiziert in der Zeitschr. f. prakt. Geol. 1907).

Außerdem publizierte ich einige Arbeiten russisch.

Hochachtungsvollst

J. TANATAR.

An die

PHILOSOPHISCHE FAKULTÄT, II. SEKTION, MÜNCHEN.

Betreff: Lebenslauf.

Ich, Joseph Tanatar, wurde am 17. September 1880 zu Melitopol (Südrußland, Taurien-Gouvernement) als Sohn des Kaufmanns Isaak Tanatar geboren, besuchte die Realschule zu Melitopol, an der ich im Sommer 1899 mein Abiturientenexamen bestand. Die vier ersten Jahre studierte ich in Ekaterinoslaw an der Berg-Hochschule und bestand im Jahre 1903 das Bergingenieurexamen. Ein Jahr Freiwilliger beim Militär, bin ich seit 1904 als Assistent für Mineralogie an der Berg-Hochschule zu Ekaterinoslaw angestellt, wurde im Jahre 1905 nach Freiberg i. S. abkommandiert, wo ich ein Semester Mineralogie und Petrographie an der Bergakademie studierte. In den Jahren 1906 und 1907 nach München abkommandiert, lernte ich an der Universität Mineralogie und Petrographie; in beiden Jahren nur die Sommersemester. Im Jahre 1908 wurde ich nach dem Kaukasus abkommandiert für geologisch-petrographische Untersuchungen, deren Resultat die vorliegende Arbeit bildet. Zugleich wurde ich im Jahre 1908 als Privatdozent für Lötrohrprobierkunde an der Berg-Hochschule zu Ekaterinoslaw ernannt.

In den Jahren 1909 und 1910 wurde ich nach München abkommandiert zur Bearbeitung des im Kaukasus gesammelten Materials. Bei der Gelegenheit studierte ich Geologie als Nebenfach zu meiner weiteren Ausbildung. Ich beschrieb im Jahre 1909 einen Teil des im Kaukasus gesammelten Materials (abgeschickt an Tschermaks Mineral. Mitteil.) unter dem Titel: „Beiträge zur Petrographie des russisch-armenischen Hochlandes."

Im Sommersemester 1907 arbeitete ich im chemischen Laboratorium von Dr. Bender & Dr. Hobein, an dem ich hauptsächlich organische Chemie lernte. In demselben Jahre fertigte ich beim Studium an der Universität München die Arbeit über die Rubinlagerstätten von Nanya-zeick (Birma) (publiziert in der Zeitschr. f. prakt. Geol. 1907).

Außerdem publizierte ich einige Arbeiten russisch.

Hochachtungsvollst

J. TANATAR.

LITERATUR.

(Die Nummern im Text beziehen sich auf die hier gegebene Reihenfolge.)

1. H. ABICH: Über die geologische Natur des armenischen Hochlandes. Festrede. Dorpat 1843.
2. — Geologische Forschungen in den kaukasischen Ländern, II. u. III. Teil. Wien 1882 und 1887.
3. — Geologische Beobachtungen auf Reisen in den Gebirgsländern zwischen Kur und Araxes. Tiflis 1867.
4. — Prodromus einer Geologie der kaukasischen Länder. Mémoires de l'acad. d. sc. d. St. Péterbourg 1858, VI serie, tome VII, sciences mathématiques et physiques (auch Separatabdruck).
5. — Einige Bemerkungen von Alawerdi- und Schamlug-Bergwerken in Somchetien. Bergjournal 1856, II. Teil (russisch).
6. F. BECKE: Mikroskopische Untersuchungen der Felsarten, publiziert im III. Teil der „Geologischen Sammlungen“ (s. oben Nr. 2) von H. Abich.
7. M. ADRIEN BRALY: Rapport sur les mines d'Allah-Verdi, Tschamlouck, Aktala (Caucase) Paris 1897.
8. E. EICHWALD: Reise auf dem kaspischen Meere und in den Kaukasus, unternommen in den Jahren 1825—1826, I. Bd. 2. H. Stuttgart 1837.
9. P. HAGEMANN: Notice sur les mines métalliques et les établissemens métallurgiques de la Caucasie et de la Transcaucasie 1885.
10. K. KOCH: Wanderungen im Oriente während der Jahre 1843 und 1844, III. Bd., Weimar 1847.
11. N. KURMAKOW: Das Bergwesen des Transkaukasus und seine Zukunft. Berg- und Hüttenblatt Nr. 16 und 17 1891 (russisch).
12. A. LAGORIO: Die Andesite des Kaukasus. Dorpat 1878.
13. N. LÉBÉDEW: Exploration géologique d'une partie du district de Bortchalink (Somkhétie) dans le gouvernement de Tiflis. Materiaux pour la Géologie du Caucase. Serie 3-me, livre 3-me, Tiflis 1902 (russisch, mit französischem Résumé).
14. M. P. MELNIKOW: 1. Petrographische Notizen. Verhandlungen der russisch-kaiserl. mineral. Gesellschaft zu St. Petersburg, 2. Serie, Teil 30, 1893 (russisch).
15. W. MÖLLER: Nutzbare Mineralien, Gesteine und Mineralwasser vom Kaukasus. Materiaux pour la Géol. du Caucase; serie 2-me, livre 3-me, Tiflis 1889 (russisch).
16. A. PELIKAN: Petrographische Untersuchung einiger Eruptivgesteine aus den Kaukasusländern. Beiträge zur Paläontologie Österreich-Ungarns und des Orients. Herausgegeben von Prof. Dr. W. Waagen, Bd. IX 1894.
17. S. SIMONOWITSCH: Géologie du gouvernement de Tiflis. Aperçu des phénomenes géologiques dans les vallées des cours moyen et inférieur des riviers Khram, Alghet, Machawer, Bortchal, Debet-tchai. Materiaux pour la Géol. du Caucase. Serie 3-me, livre 4-me, Tiflis 1902 (russisch, mit französischem Résumé).

Geographisch-geologische Übersicht.

Das Flußgebiet Debeda-tschai (tschai-Fluß), welches ich im Sommer 1908 zu untersuchen Gelegenheit hatte, wurde durch seine wichtigen Kupfererzlagerstätten der beliebteste Punkt aller Geologen, die einst den Kaukasus besucht haben. Trotzdem ist diese Gegend nicht als durchaus erforscht zu betrachten und besonders fühlbar ist der Mangel an petrographischen Beobachtungen. Die meisten Untersuchungen, die hier gemacht wurden, sind von rein geognostischem Charakter, die Petrographie der Gegend, ebenso wie die Erzlagerstätten sind bis jetzt so gut wie garnicht bekannt.

Wir finden in der Literatur nur einzelne mikroskopische Untersuchungen: F. Becke beschreibt „Amphibolgranit von Syzismadani" und „Labradorporphyrit aus dem Debedatale unterhalb Usunlar", A. Lagorio — „Quarzreichen Andesit vom Besobdal", N. Lébédew — „Orthoklasporphyr und dessen Tuffe aus der Lalwarschlucht", M. Melnikow I — „Basaltische Lawa zwischen Achtala und Alawerdi", A. Pelikan — „Porphyrit vom Gipfel des Lalwar"; zu erwähnen ist außerdem eine eingehende, wenn auch nicht mikroskopische Untersuchung eines „Dioritähnlichen Porphyrs" vom Besobdal von H. Abich (I.)

Wie die folgende Abhandlung zeigen wird, haben wir es hier mit einer großen Mannigfaltigkeit von Gesteinen zu tun; dazu kommt noch, daß zweifellos manche der oben angeführten Beobachtungen an Proben mit unrichtigen Fundortsangaben ausgeführt wurden, sodaß man ruhig sagen kann, das Gebiet ist petrographisch so gut wie unbekannt.

Eine genaue Beschreibung der Erzlagerstätten von Alawerdi, Sisimadan und Schagali-Eliar will ich für später zurückstellen.

Das untersuchte Gebiet liegt südlich von Tiflis an der Eisenbahnlinie nach Alexandropol zwischen den Stationen Alawerdi im Norden und Kischlag im Süden. Es stellt einen Teil des Kleinen oder, wie es von alten armenischen Geographen bezeichnet wurde, des Unteren Kaukasus dar, der einen südlichen Parallelzug zu dem Hauptrücken bildet und mit dem letzteren durch das Meskische Gebirge verbunden ist. Der Kleine Kaukasus besteht wieder aus drei parallelen Gebirgszügen: Bambak, Besobdal und Lalwar, und das untersuchte Gebiet liegt in der Mitte zwischen den äußeren Bergrücken, wobei es vom Bambak durch das Tal des Bambak-tschai und vom Lalwar durch das System der Kamenka getrennt ist.

Es bildet einen Teil des 2740 Fuß hohen armenischen Plateau's und wird vom Bambak und seinen Nebenflüssen cañonartig durchschnitten; das Bambaktal selbst hat am Verbindungspunkte mit seinem linken Nebenflusse, der Kamenka, die Tiefe von 500 Fuß, an anderen Stellen erscheinen Einschnitte bis 1000 Fuß Tiefe (17).

Der Fluß Bambak entspringt auf der Wasserscheide am Dschaschur in der Gegend von Humri und führt in seinem 130 Werst langen Laufe 3 Namen: im oberen Laufe fast bis zur Einmündung des rechten Nebenflusses Babadschan heißt er Bambak, dann Debeda, bis er aus dem engen Passe in die breite Bortschalaebene hinausfließt, im unteren Laufe Bortschala. Unter diesem Namen mündet er in den Chram, den Nebenfluß der Kura. Der Bambak nimmt viele Nebenflüsse auf; die größten sind für unsere Gegend die Kamenka (von Eichwald Tebeda bezeichnet) von der linken Seite und der Babadschan von der rechten.

Die Eisenbahn von Tiflis nach Alexandropol führt im schluchtartigen Bambak- resp. Debeda-Tale bald auf dem einen, bald auf dem anderen Ufer; es sind viele Eisenbahneinschnitte gemacht worden, die ich in erster Linie benutzt habe, da hier verhältnismäßig frisches Material zu erwarten war; ich habe auch, wo es möglich war, die andere Talseite besucht, um dadurch die Beobachtungen zu vervollständigen; außerdem habe ich auch alle größeren Nebenflüsse, die das Gebiet durchschneiden, studiert. Es ist indes zu bemerken, daß die Flußtäler infolge ihres cañonartigen Charakters nicht überall zugänglich sind. Auch die Absperrung der Flußbette durch große Steinblöcke oder durch abgebrochene Bäume und dadurch verursachte Wasserfälle ist für eine eingehende Durchforschung sehr störend. Ich mußte mich daher auf das Erreichbare beschränken.

Der geologische Aufbau des Gebirges ist ziemlich kompliziert: Es ist ein Gebiet wiederholter vulkanischer Tätigkeit, die sich besonders in der Kreidezeit äußerte, aber vermutlich erst im Tertiär mit gewaltigen Eruptionen sehr basischer Magmen ihren Abschluß fand, die im Norden eine 500 Fuß oder noch mächtigere Decke über den älteren Erguß- und Tiefengesteinen bildeten. Von älteren Gesteinen spielen hier die Hauptrollen Porphyre, Porphyrite und deren Tuffe.

Der Porphyr mit seinen Tuffen bildet das Hauptgestein im Süden sowie im Norden. Im Norden beginnt der Porphyr im Flußtal Debeda, auf dem rechten Ufer nördlich von der Einmündung des Babadschan, auf dem linken Ufer schon etwas oberhalb davon; der südliche Teil umfaßt das Bambaktal von oberhalb der Station Schagali; nach Westen den Südabhang des Besobdalgebirges und nach Osten dessen Fortsetzung zum Kescha-dag und Chalab-dag (Dag = Berg), sowie den nördlich davon aufsteigenden Berg Eliar. Auch im Gebiet der Kamenka und des Babadschan steht an mehreren Stellen Porphyr an. Der Porphyrit mit den ihn begleitenden Tuffen stellt das Hauptgestein in der dazwischen liegenden mittleren Zone dar.

Die Bedeutung der Porphyre und der Porphyrite im Aufbau des Gebietes steht öfter gegen diejenige ihrer Tuffe weit zurück; die letzteren bilden oft ganz selbständig mächtige, mehrere 100 Fuß starke Decken, die sich kilometerweit erstrecken. Die gegenseitige Lagerung der Tuffe und der zugehörigen Massengesteine ist nur dort sicher zu erkennen, wo die Tuffe verhältnismäßig frisch sind, und das ist in der Hauptsache nur im Gebiet der

Porphyrite der Fall, besonders in den drei Tälern des Kalageran, Aralex und Bambak, in letzteren oberhalb der Mündung des Kamischkut bis zum Aralex. In diesem Teile sind die Porphyrite in der Hauptsache sehr basische, olivinführende Augitporphyrite, schwarz mit zurücktretender Porphyrstruktur. Säulige oder plattige Absonderung sind wenig deutlich, dagegen findet man auch kugelige Verwitterung, so namentlich im Kalagerantale.

Demgegenüber haben die mit denselben Gesteinen zusammen auftretenden Tuffe den äußeren Habitus ziemlich saurer Andesite mit deutlich porphyrischer Struktur und Einsprenglingen von Feldspat, Augit, Biotit und Hornblende, während öfter kleine Bomben und Lapilli von etwas abweichender Färbung klastischen Charakter der Gesteine verraten. Die Tuffe sind deutlicher bankig und plattig entwickelt, lokal wie im Zirkus des Kalageran, an dessen Mündung in den Bambak, trifft man auch Säulen mit Quergliederung. Diese Gesteine bedecken entweder in sehr mächtigen Lagen den Porphyrit oder erscheinen selbständig. Am besten sind die Lagerungsverhältnisse im oben erwähnten Zirkus des Kalagerantales zu sehen; hier bildet der Tuff mehrere 100 Fuß hohe vertikale Wände, und der Porphyrit tritt nur in den untersten Lagen in kleinen Aufschlüssen auf. Ebenso mächtige und selbständige Massen bildet der Tuff an den Ufern des Bambak, wo er ca. 2 Werst lang flußaufwärts fast das einzige Gestein darstellt; hier sieht man auf ihm deutlich die Trappdecke. Flußabwärts sind im Bambaktale selbst keine Aufschlüsse von diesem Tuff mehr zu sehen, dagegen tritt er merkwürdigerweise hoch auf der plateauartigen Trappdecke über dem Aralex in Form von Erosionsresten auf. Im Aralextale selbst, ebenso wie auf dem Wege vom Bergwerke Schagali-Eliar zum Dorfe Kamischkut ist der Tuff wieder das herrschende Gestein; hier im oberen Laufe des Aralex, am Fuße des Berges Eliar, sowie im Bambaktale unterhalb der Mündung des Kamischkut zeigt er etwas andere Eigenschaften.

Der Porphyrit bildet meist wenig mächtige Decken und ist im Bambaktale von Trapp und Melaphyr bedeckt und erst durch die Eisenbahneinschnitte zutage gekommen, wobei er hauptsächlich beim Flusse Kamischkut, etwas oberhalb vom letzteren beginnend ca. 2 Werst flußabwärts zu treffen ist; weiterhin tritt er nur noch einmal hervor an der Einmündung des Babadschan, auf dem linken Ufer des Bambak.

Etwas abweichend ist die Beschaffenheit der Porphyrite und der sie begleitenden Tuffe im Babadschantal; die Gesteine sind hier sauerer, meist ohne erkennbare Einsprenglinge und von helleren Farben. Die Tuffe zeigen eine bedeutende horizontale Ausdehnung, sind aber wenig mächtige Decken über Porphyrit und Porphyr. Am besten sieht man das bei Marz (Fig. 1), wo eine ca. 2 m dicke Tuffdecke das fluidal struierte Massengestein bedeckt. Die kugelschalige Verwitterung der ursprünglich säulig oder bankig abgesonderten Tuffe unter-

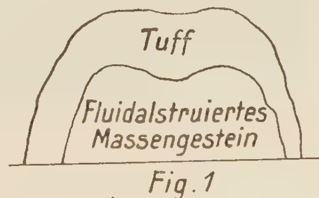


Fig. 1

scheidet sich öfter von den Porphyriten selbst, bei welchen die säulige Beschaffenheit vorherrschend ist. Unterhalb von Marz treten dann auch hier Porphyrittuffe von ähnlichem Charakter wie im Aralextale auf.

Die Lagerungsverhältnisse der Porphyre und ihrer zugehörigen Tuffe entziehen sich öfter der Beobachtung, da die Grenzen zwischen diesen Gesteinen wegen ihrer starken Zersetzung und des dadurch bedingten gleichen Aussehens nur schwer festzustellen sind, besonders im oberen Laufe des Bambak. Nur lokal im unteren Laufe konnten die gegenseitigen Verhältnisse dieser Gesteine festgestellt werden; dann liegt der Porphyr auf dem Tuff; am besten sieht man dies bei Kobert auf dem rechten Ufer des Flusses, wo die einige 100 Fuß mächtige Porphyrdecke auf dem dünnplattigen, fast schiefrigen Aschentuff ruht. Auch die Absonderungsform der Porphyre und Tuffe sind ähnlich: überwiegend bankig oder plattig. Eine lokale Erscheinung stellt die kugelige Absonderung, die am Felsitporphyr des Babadschantales oberhalb von Marz zu sehen ist.

Infolge ihrer starken Zersetzung unterliegen diese Gesteine sehr leicht der Desaggregierung, und dadurch entstehen kegelförmige Verwitterungsformen; besonders zahlreich sind diese Kegelbildungen hoch oben auf dem steilen rechten Ufer des Bambak zwischen dem Flusse Babadschan und der Station Sanain entwickelt, wo die Trappdecke zu fehlen scheint; mindestens ist die letztere aus der Tiefe des Tales nicht zu erkennen. Solche Formen sind im oberen Laufe des Flusses selten, finden sich aber doch in schönster Ausbildung bei der Station Karaklis auf dem linken Ufer in den untersten Partien. Bei der Station Kalageran und beim Bahnwärterhause oberhalb der Mündung des Babadschan wurden am linken Ufer des Bambak, hoch auf dem Gehänge große lichte von Rost braungefärbte Porphyrtuffelsen gesehen, die auf der nach Osten gerichteten Seite prächtige äolische Korrosionsformen aufweisen.

Die Trapp- und Melaphyrdecken, welche die jüngsten Bildungen darstellen, spielen nach den obenerwähnten Gesteinen die nächst wichtige Rolle im Aufbau des Gebietes. Von diesen beiden Gesteinsarten hat aber nur der Trapp eine weitere Verbreitung, indem er fast allein die cañonartige, an der Mündung bis 500 Fuß tiefe Schlucht der Kamenka und deren linke Nebentäler bildet; ebenso tritt er in derselben Mächtigkeit im Bambaktale auf, wo er zwischen den Flüssen Kamischkut und Aralex beginnend auf dem rechten Ufer bis zum Babadschan und auf dem linken noch weiter flußabwärts bis unterhalb Station Sanain verfolgt wurde.

Nach den Angaben von anderen Forschern ist er weit hinaus über die nördliche Grenze des untersuchten Gebietes zu beobachten. Ebenso bildet er mächtige Decken im Flußtale Babadschan oberhalb von Marz, wo er nach ca. 400—500 m langer Ausdehnung längs des Babadschantales in dessen rechtes Seitental einbiegt und dort auf dem linken Ufer weiter zu verfolgen ist. Der Melaphyr hat dagegen nur beschränkte Verbreitung: Er tritt nur im Bambaktale und zwar ganz lokal in den untersten Teilen der Lavadecke



Fig. 2. Aufgenommen bei der Station Kalageran.

auf, wo er polyedrische Absonderungen gegenüber der säuligen des Trapps aufweist. Doch ist zwischen diesen beiden Gesteinsarten keine scharfe Grenze zu ziehen, da sie durch verschiedene Übergangsformen miteinander verbunden sind. Solche Übergangsformen wurden bei Kogos in den obersten Teilen der Decke beobachtet, bei dem Bahnwärterhause im Debedatale oberhalb der Mündung des Babadschan, im mittleren und in der Mündung des Aralex im untersten. Auch glasreiche Formen des Melaphyrs wurden im Bambaktale, besonders bei der Station Kalageran gefunden.

Im äußeren Aussehen ist zwischen Trapp und Melaphyr kein Unterschied vorhanden: beide sind gleich schwarz, bald dicht, bald sehr stark blasig mit etlichen Zentimeter großen Blasen. Der säulig abgesonderte Trapp bildet in den obersten Teilen immer vertikale Säulen oder lokal fächerartige Bildungen, in unteren sieht man auch geneigte Säulen (Fig. 2); doch sind solche nur im Bambaktale verbreitet, besonders bei der Station Kalageran. Die Säulen sind oft noch quer abgesondert. Im Babadschantale wurden auch vielfach unregelmäßig geknickte Säulen gesehen, die dabei fächerförmige Anordnung aufweisen.

Die säulige Absonderung des Trapps zeigt sich überall etagenartig ausgebildet, was für eine Zusammensetzung dieser Eruptivmassen aus mehreren übereinander geflossenen Decken spricht. Im Bambaktale, etwas unterhalb der Mündung des Aralex ist deutlich zu beobachten, wie die Lavamassen übereinander gelagert sind (Fig. 3): Auf dem agglomeratischen Porphyrtuff *t* folgt eine ca. 2 m dicke polyedrisch abgesonderte Decke *M*, die sich als Zwischenglied zwischen Trapp und Melaphyr erweist, darauf eine zweite Lage *M* desselben Gesteines und obenauf stehen in vielen Etagen Trappsäulen. Die Polyeder vom Melaphyr haben im Durchschnitt ca. 2 m, bei der Station Kalageran erreichen sie die Größe von ca. 4 m. Auffallend ist bei all diesen basischen Eruptivgesteinen, daß Tuffe vollständig fehlen. Lokal treten auch Tiefengesteine in dem untersuchten Gebirge auf, von denen ein plagioklasreicher Granit mit Diorit- und Aplitrandzonen den eigentlichen Grundstock des südlichen Teils des Gebietes darstellt und an einigen Stellen in größeren Aufschlüssen auftritt, so bei Kischlag und weiter gegen Karaklis auf dem rechten Ufer des Bambak; auf dem linken Ufer an der Eisenbahnlinie zwischen den Stationen Bambak und Schagali, wo er teilweise durch Eisenbahneinschnitte zutage kam, und im Samanlutale, wo er durch Erosion entblößt ist. Nach den Angaben von anderen Forschern und nach den Aussagen von Bergleuten auf dem Bergwerke Sisimadan soll der Granit auch auf dem linken Ufer des Sisi-su in einiger Entfernung von Sisimadan vorhanden sein. Im Norden des Gebietes und zwar im unteren Teile der Schlucht der Kamenka tritt unter der Trappdecke durch Erosion aufgeschlossener Olivinmonzonit in großen Felsen hervor.

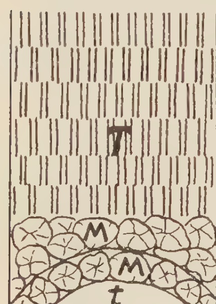


Fig 3
t = Tuff
M = Melaphyr
T = Trapp

Diese Tiefengesteine bilden bankige und parallelepipedische Absonderungen, der Olivinmonzonit weist in den oberen Teilen auch viereckig säulige auf.

Eine ganz untergeordnete Rolle im Aufbau des Gebietes spielen endlich Sedimente, von denen Kalkstein, ganz lokal auch Gips, Ton und Mergel zu erwähnen sind. Der Foraminiferen-Kalkstein, der im oberen Laufe des Babadschan an der Grenze des untersuchten Gebietes große Aufschlüsse bildet, führt in Menge schlecht erhaltene Versteinerungen, von denen Orbitulina concava und Vola aufgefunden wurden; er gehört also dem Cenoman an, während der andere Kalkstein, der in der Talschlucht Sisi-su an beiden Ufern des Flusses auftritt, nach den Untersuchungen von H. Abich zum Turon zu stellen ist. Der erste zeigt keine Absonderung, der zweite ist bankig und parallelepipedisch abgesondert. Der Gips bildet das Hangende des Erzmassivs der Alawerdi Erzlagerstätte und ist nur im Bergwerke zu sehen. Der Ton, der als Umlagerungsprodukt des Porphyrs resp. dessen Tuff aufgefaßt werden kann, ist in größeren Aufschlüssen nur im Babadschantale oberhalb von Marz reichlicher vorhanden; an anderen Stellen ist er ebenso wie der Mergel von keiner geologischen Bedeutung.

Die Ganggesteine, die hier in ganz verschiedener Zusammensetzung und Struktur vom sauren Quarzporphyr bis zum basischen Trapp lokal in großer Menge entwickelt sind, sind von großer geologischer wie ökonomischer Bedeutung. Auch haben sie einen nicht unbedeutenden Einfluß auf das Relief des Gebietes, da sie, wie man es am besten im oberen Laufe des Babadschan, unterhalb des Dorfes Achnisor, beobachten kann, sehr stark das Flußbett eingeengt und den Flußlauf bedeutend geändert haben, welcher von Nordwest in Südwest unter fast rechtem Winkel übergeht, um jenseits des Riegels wieder den früheren Nordwestlauf anzunehmen. Hier tritt ein Gang vom großporphyrischen Labradorporphyrit auf, der nur an dieser Stelle beobachtet wurde, neben ihm ein nahe verwandter von dichtem Trapp auf; diese Gänge durchsetzen ziemlich stark zersetzte Tuffe. Ähnlich ist der Einfluß von Gängen auch an anderen Stellen, so z. B. jener eines Trappganges im unteren Flußlauf etwas oberhalb von Marz, der eine starke Biegung des Flusses hervorbringt. Die Mächtigkeit der Gänge schwankt in weiten Grenzen; der oben erwähnte Labradorporphyrit bildet eine ca. 2 m dicke, fast vertikale Wand, während andere Gänge, wie z. B. der Granophyrgang, der in nordöstlicher Richtung den Bambak-tschai bei der Station Kalageran unter schiefem Winkel durchkreuzt, eine sehr bedeutende Mächtigkeit besitzt, die sich nach hunderten von Metern bemessen dürfte. Gleichfalls sehr breit ist eine vermutlich gangförmige Masse von Porphyr, die parallel der Kamenka auf dem plateauartigen linken Ufer durch Erosion aufgeschlossen ist und eine hügelartige Kette bildet; gegen Kogos geht sie durch Aplitporphyr in Aplit als Randfazies über.

Bemerkt mag werden, daß die Erzlagerstätten von Sisimadan an metamorphisierten Kontaktzonen von Porphyrgängen in Kalkstein gebunden sind.

Außer den Gangbildungen erschweren die geologische Übersicht auch die mannigfaltigen Übergangsformen zwischen Porphyr und Porphyrit und zwischen den verschiedenen Gliedern des letzteren; in dieser Beziehung bildet besondere Schwierigkeiten das Tal des Babadschan und jenes des Aralex. Im ersten sind Übergangsformen zwischen den basischen Augitporphyriten und den saueren quarzführenden Porphyriten vorhanden. Im oberen Laufe des Flusses oberhalb von Achnisor nimmt der quarzreiche Porphyrit Augit und Biotit als Einsprenglinge auf, wie sie in den Porphyriten verbreitet sind, ohne zunächst seine mikrolitische Grundmasse zu ändern, dann wird die letztere gröber kristallinisch und basischer, und ca. 1/2 Werst oberhalb von Achnisor geht sie in eine grobkristallinische über; von hier aus geht die Änderung des Gesteins im entgegengesetzten Sinne, um bei den Achnisormühlen wieder in quarzreichen Porphyrit überzugehen. - Von den Mühlen ab bis fast zur Mündung sind die Zwischenformen die herrschende Ausbildung des Porphyrits, wobei sie bei Ikitan nochmals in quarzreichen Porphyrit und bei Marz sogar in Felsophyr und Felsit übergehen.

Im Aralextale sind Übergänge zwischen den basischen Porphyriten und eigenartigen Orthoklasporphyren resp. Trachyten vorhanden, wobei der Unterschied sich auf die Zusammensetzung der Grundmasse beschränkt, die Einsprenglinge und namentlich der basische Charakter des Plagioklases bleibt unverändert. Dieser Übergang zeigt sich zuerst im Auftreten eines Orthoklasrandes um die Plagioklaseinsprenglinge, wobei Orthoklas auch in der Grundmasse auftritt, bis er schließlich den Plagioklas aus derselben verdrängt. Diese Übergänge wiederholen sich einigemale im Laufe des Flusses, und im mittleren Laufe vertritt der Orthoklasporphyr resp. Augittrachyt den Porphyrit.

Tektonische Störungen konnten nur selten beobachtet werden, so im Bergwerke Antoniew bei Sisimadan, wo der Kalkstein viele Faltungen und Biegungen im Streichen wie im Fallen aufweist. Im Arextale, unterhalb vom Bergwerk Schagali-Eliar sind starke Faltungen an Porphyrittuffen zu beobachten. Schwächere Faltungen als lokale Erscheinungen wurden in allen Flußtälern gesehen.

Petrographische Beschaffenheit.

Die im obigen in ihrem Auftreten kurz skizzierten Gesteine wurden makroskopisch wie mikroskopisch eingehender im petrographischen Seminar der Universität München untersucht; es lagen zu diesem Zwecke eine Reihe von über 500 Handstücken und 350 Dünnschliffen vor. Der Beschreibung der einzelnen Vorkommnisse wurde etwa die Reihenfolge ihrer Bedeutung für den Aufbau des Gebietes zugrunde gelegt, woraus sich folgende Kapiteln ergeben:

I. Ergußgesteine:
1. Quarzporphyr.
2. Porphyrite.
3. Trapp und Melaphyr.
4. Anhang: Vulkanische Tuffe.

II. Tiefengesteine:
Granit und Monzonit.

III. Ganggesteine:
1. Quarzporphyr.
2. Porphyrit.
3. Trapp und Diabas.

IV. Sedimentgesteine.

V. Kontaktgesteine.

I. Ergußgesteine:

1. Quarzporphyr.

Die Quarzporphyre bilden, wie schon oben angeführt, einesteils ausgedehnte Decken, andernteils finden sie sich in gangförmigen Vorkommnissen; letztere werden bei den Ganggesteinen zu beschreiben sein.

Die Deckenporphyre sind kleinporphyrische Gesteine mit bis 3 mm grossen, matten, seltner schimmernden, weißen oder bräunlich gefärbten Feldspateinsprenglingen, die bald zahlreich, bald spärlich vorhanden sind. Der Quarz in Einsprenglingen wurde nur an einigen Stellen im oberen Laufe des Bambak und auf dem Südabhang des Besobdalgebirges beobachtet, wo er bis 1 mm grosse, farblose oder rauchfarbige Körnchen bildet. Nur im Schotter, der bei Kischlag auf dem linken Ufer des Flußes weit verbreitet liegt, wurden Quarzeinsprenglinge von der Größe des Feldspats und, wenn auch selten, pyramidale Krystalle beobachtet. Im unteren Laufe des Bambak, wie überhaupt im Norden des Gebietes fehlt der Quarz unter den Einsprenglingen vollständig. Die Entwicklungsform der Gesteine ist mannigfaltig: am Häufigsten sind ausgesprochene Grünsteinporphyre, daneben trifft man Tonstein- resp. Hornsteinporphyre, sowie Felsophyre, letztere z. B. im Babadschantale oberhalb Marz. U. d. M. erscheinen die Gesteine sehr stark zersetzt, die Einsprenglinge, von Feldspat, welche im frischen Zustande ausschließlich einem mittelbasischen Plagioklas angehören, sind gewöhnlich stark getrübt oder zu Serizit, Calcit und Epidot geworden; häufig ist dabei durch Entkalkung Albit entstanden.

Die Feldspateinsprenglinge sind bald krystallographisch umgrenzt, bald sind es Bruchstücke, und in frischer gebliebenen Resten sieht man den Aufbau aus zahlreichen Zonen. Die Einsprenglinge von Quarz sind in den gewöhnlichen Formen entwickelt; man sieht öfter einen mehr oder minder breiten Sphärolitenrand, und das Mineral ist manchmal ziemlich stark kataklastisch. Von dunklen Gemengteilen sind überall Pseudomophosen nach Pyroxen und seltener nach Hornblende zu treffen, welch letzterer nur im Süden des Gebietes reichlicher entwickelt ist. Beide sind gewöhnlich vollständig zersetzt, der Pyroxen ist meist in Chlorit, oder auch in Uralit, die Hornblende in Gemenge von Sericit und Calcit mit Eisenhydroxyden oder in Epidot umgewandelt. Frische grüne Hornblende neben halbzersetztem Biotit wurde in grösseren krystallographisch begrenzten Einsprenglingen nur im Schotter bei Kischlag beobachtet; beide enthalten reichlich Einschlüsse von Titaneisen, Titanit und Apatit.

Titaneisen resp. Leukoxen fehlen in der Grundmasse nie, finden sich aber auch in grösseren Körnern, die dann oft reichlich Apatiteinschlüsse führen. Apatit ist überall, zuweilen reichlich vorhanden; dann und wann trifft man auch Titanit, Zirkon und Anatas.

Die Grundmasse ist gewöhnlich undeutlich sphärolitisch mit Übergang in felsitische Ausbildung, daneben finden sich öfter auch echte Granophyre, die für den Besobdal karakteristisch sind. In sphärolitischstruierter Grundmasse wurden im oberen Laufe des Bambak einigemale trübe Ringe um Sphärolite gesehen. An einem granophyrisch struierten Porphyr oberhalb Kobert wurde ausgezeichnete Fluidalstruktur beobachtet, wobei das Gestein sehr dicht und von feinstem Opazitstaub durchsetzt ist; auch sonst finden sich solche Gesteine in fluidaler Ausbildung. Als die lokale Erscheinung trifft man im oberen Laufe des Bambak und im Sisi-su Tale auch mikropegmatitische Strukturen. Diese Porphyre und ebenso ihre Tuffe werden mit der Annäherung an die Erzlagerstätten von Sisimadan, Alawerdi und Schagali-Eliar sehr stark serizitisiert und gehen in ein Aggregat von Quarzkörnern mit Sericit über, wobei sich Pyrit entwickelt, der oft wieder zu Rost geworden ist. Solche einem Quarzit nicht unähnliche Gesteine beobachtet man auch außerhalb der Erzzone, so z. B. am besten in der Nähe von der Station Schagali, wie im Bambaktale flußaufwärts.

Von den mir vorliegenden Gesteinen etwas abweichende Typen beschreiben H. Abich (1) und A. Lagorio, (12) vom Besobdal, erster unter dem Namen Dioritähnlicher Porphyr, letzterer als quarzreicher Andesit. Der Hauptunterschied gegenüber von meinen Gesteinsproben liegt in der Frische des Plagioklases, welcher von beiden als „glasig" bezeichnet wird. Auch „mit opakem Staub erfüllte Augitdurchschnitte", die A. Lagorio beobachtet hat, habe ich in meinen Handstücken nicht gesehen; sonst entspricht sein Gestein den Porphyren des Südens ziemlich gut: . . . „Die Grundmasse ist kryptokrystallin, besitzt lebhafte Aggregatpolarisation

und ist von sphärolitischen Gebilden vollständig erfüllt. Dieselben sind fein radialfaserig, scheinbar aus kaum wahrnehmbaren Körnchen aufgebaut und karakterisieren sich als Felsosphärite. Sie besitzen büschelförmige Aggregatpolarisation. Die Quarzkörner werden immer von diesen Gebilden umsäumt, um die Feldspate vermißt man dieselben" . . . . . . „Das Gestein ist hellgelblich grau, besitzt eine dichte Grundmasse und führt größere Plagioklase und Quarzkörner." . . . .

---

2. Porphyrite.

Die unter dem Namen der Porphyrite zusammengefaßten Gesteine haben eine sehr mannigfaltige Ausbildung. Abgesehen von der Variabilität, die den gangförmigen Vorkommnissen selbstverständlich eigen ist, zeigen auch die echt effusiven Formen große Verschiedenheiten. Man kann hauptsächlich drei Serien unterscheiden: Die einen, besonders in den Tälern des Kalageran, Aralex und im Mittellauf des Bambak entwickelt, sind in normaler Entwicklung sehr basische Augit- resp. Labradorporphyrite, die sich lokal durch intersertale Entwicklung der Grundmasse den Melaphyren nähern. Es sind schwarze oder auch durch Rost braune Gesteine, chemisch einem Gabbro oder Olivingabbro entsprechend, deren porphyrische Beschaffenheit in einzelnen frischen Augiteinsprenglingen und lokal etwas verrostetem Olivin hervortritt.

Die mikroskopische Beschaffenheit zeigt in den erwähnten Gesteinen nichts besonderes; eine pilotaxitische ins Intersertale übergehende Grundmasse, deren einstiges Glas fast stets zur Unkenntlichkeit zersetzt ist, umschließt die großen, frischen, aber einschlußreichen Individuen eines grünlichen, auch ins Violette gehenden Augits, einzelne mit zonar angeordneten Einschlüssen aus früherem Glas versehene Einsprenglinge von häufig frischem Labrador bis Labrador-Bytownit, und Körner von Olivin. Letzterer ist nur in einem ca. 1 Werst oberhalb vom Dorfe Kalageran geschlagenen Handstück noch einigermassen frisch, meist in Serpentin, Karbonate, Seladonitähnliche Substanzen, aber auch ganz zu Rost verändert. Endlich findet sich in weiter Verbreitung Biotit in den grösseren Einsprenglingen gewöhnlich stark verrostet und in schuppige oder faserige Substanzen auch in Karbonate umgewandelt, als spärlicher Bestandteil der Grundmasse aber stets frisch. Hornblende, die in den sie begleitenden Tuffen häufig ist, fehlt; dagegen trifft man reichlich opake Erze und Apatit.

Was aber diese Gesteine besonders interessant macht, ist die Erscheinung, daß sich um die Plagioklase öfter, so im Aralextal und am Wege vom Bergwerke Schagali—Eliar nach Kamischkut eine nach außen stark zerfetzte Hülle von meist trüberem Orthoklas herumlegt, dann tritt der Orthoklas auch in der Grundmasse ein, und es entwickeln sich schließlich

echte Orthoklasporphyre, manchmal mit rein trachityscher Grundmasse, deren untergeordneter Plagioklas aber immer noch der basische Labrador bis Labrador-Bytownit ist, und die sich auch dadurch als monzonitische Typen ergeben. Solche Orthoklasporphyre haben weite Verbreitung und vertreten z. B. im mittleren Lauf des Aralex den Porphyrit ganz. In einem hierher gehörigen Gestein von Kamischkut findet sich viel Opal als Verdrängung des Plagioklases.

Mandelsteine sind weit verbreitet. Im Bambaktale wurden hauptsächlich Zeolithe beobachtet, in Körnern und in fächerförmigen Bildungen, Calcit, verrostete Sphärolite, vermutlich von Seladonit, faserige grüne Substanzen, die zuweilen verrostet sind; seltener sind lichtgelbe fast farblose stark getrübte schwache licht- und doppelbrechende Substanzen vorhanden. Bei dem Dorfe Kalageran bestehen die Mandeln aus radialstrahligem, schaligem oder aus körnigem Karbonat und aus einer schwach licht- und doppelbrechenden, blaßgelben oder gelblichgrünen trüben Substanz, die entweder als Schale um die Karbonatmandeln oder selbständig auftritt.

Einen sehr wechselnden Charakter haben die Porphyrite des Babadschantales, welche von basischen Gliedern wie Augitporphyrit mit einer der intersertalen sich nähernden Struktur in Quarzporphyrite und lokal, z. B. bei Marz, auch in Felsit übergehen, Uebergänge, die öfter in rascher Folge einander ablösen. Die sauersten Formen sind an drei Stellen zu beobachten: ca. 3 Werst oberhalb Achnisor, sodann weiter unterhalb, bei den Mühlen und bei Jkitan; bei Marz ist das Gestein mehr felsitisch ausgebildet. Dazwischen trifft man Übergänge der anderen Glieder, z. B. oberhalb von Achnisor nimmt der hellgraue, fast einsprenglingsfreie, quarzführende Porphyrit frischen Augit und stark zersetzten Biotit auf, ohne seine feldspatige mikrolithisch-fluidale Grundmasse zu ändern, weiter flußabwärts wird die Grundmasse zuerst klein leistenförmig, dann immer gröber und ca. $^1/_2$ Werst unterhalb Achnisor wird sie am gröbsten, während gleichzeitig der sauere Plagioklas der Quarzporphyrite in Labrador übergeht; weiter flußabwärts geht die Änderung im entgegengesetzten Sinne vor sich bis bei den Mühlen wieder quarzführender Porphyrit auftritt. Noch weiter flußabwärts fast bis zur Mündung tritt der Porphyrit in Übergangsformen mit mikrolithischer oder fein leistenförmiger Grundmasse auf, mit Labrador und frischem oder in Chlorit umgewandeltem Pyroxen. Biotit findet sich bis Jkitan nur noch lokal und hört dann ganz auf.

Der Habitus der Gesteine ist entsprechend der verschiedenen Zusammensetzung und dem verschiedenen Zersetzungszustande ganz verschieden. Die quarzführenden Porphyrite von oberhalb und unterhalb Achnisor und von Jkitan sind grau bis bräunlich-grau, letzterer mit scharfkantigem Bruch, erstere mehr tonsteinartig. U. d. M. ist die Grundmasse mikrolithisch, teilweise auch granophyrähnlich und öfter deutlich fluidal, im Ganzen mit feinstem Opazitstaub durchsetzt. Die spärlichen Plagioklasein-

sprenglinge sind stark zersetzt. Basische Mineralien als Einsprenglinge finden sich hier so wenig wie Mandelsteinbildung.

Die basischeren Glieder haben dunkle bis schwarze Farbe oder sie sind grün und braun, je nachdem Zersetzungszustand und der Verrostung der Gesteine. Auch diese basischeren Formen sind undeutlich porphyrisch ausgebildet, die Einsprenglinge heben sich schlecht ab, oder sind öfter makroskopisch nicht zu erkennen. Als Einsprenglinge finden sich winzig kleine oder bis 1—2 mm große Plagioklase, oft zonar entwickelt und in der Hauptsache aus Labrador bestehend. Wenig Augit und noch viel weniger Biotit, letzterer in eigentümlichen Durchkreuzungen langgestreckter Täfelchen wurden nur an einem Handstück ca. $^1/_2$ Werst unterhalb Achnisor gesehen. Dieses Gestein ist die basischste Form der hier betrachtenden Porphyrite und zeigt u. d. M. grobleistenförmige Grundmasse, aus kurzen Plagioklasleisten zusammengesetzt, deren Zwischenräume mit verrosteter schuppiger Substanz und verrostetem Calcit nebst reichlichen Opaken Erzen erfüllt sind. U. d. M. ist der Biotit in dieselbe schuppige, stark verrostete Substanz und Karbonat umgewandelt, die in der Grundmasse auftritt. Der Pyroxen bildet Körner, die auch mit Biotitpseudomorphosen verwachsen. In den Uebergangsformen der Porphyrite des Babadschantales sind die zonar aufgebauten Plagioklaseinsprenglinge bis Marz meist frisch, dann öfter umgewandelt und bei dem rechten Nebenflusse Tiknasor, wo der Porphyr große braune Felsen bildet, wieder frisch. Auch der Pyroxen, meist in kleinen Körnern, ist im Oberlaufe des Flusses bis Jkitan gewöhnlich frisch, in einem Gestein von oberhalb Jkitan mit einer pleochroitischen ins Violette gehenden Randzone. Weiter abwärts ist er in Chlorit umgewandelt. Die Erze durch Leukoxenbildung als Titaneisen charakterisiert fehlen nie. Die Grundmasse, die an diesen herrschenden Porphyriten mikrolithisch, oder kleinleistenförmig entwickelt ist, führt öfter grüne, oder durch Verrostung braune chloritische Substanz, und ist lokal mit Calcit als Zersetzungsprodukt reichlich imprägniert. Mandelsteine finden sich vereinzelnt und in mikroskopischer Entwickelung. Bei Achnisor sind die Mandeln erfüllt von radialstahligem fast farblosem mit Rostadern durchzogenem Karbonat; weiter unterhalb sieht man schalige Bildungen aus derselben schuppigen und faserigen Substanz, die als Zersetzungsprodukt des Biotits auftritt. Reichlicher und größer sind die Mandeln oberhalb Marz entwickelt, wo sie lokal den herrschenden Gemengteil bilden und hauptsächlich aus unbestimmbarer grüner Substanz zusammengesetzt sind; an anderen Stellen beobachtet man Chalzedon und Karbonate, der erstere öfter als breite Schale um die zweiten.

Im Kamenkatal bei Dschelal-oglu findet sich lokal eine abweichende Form von Porphyrit; dieser hat intersertale Grundmasse, wobei die Zwischenklemmungsmasse aus stark verrostetem einstigem Glas besteht. Die Rostadern ziehen sich durch den ganzen Feldspat hindurch, der in frischen Handstücken glasig, in zersetzten in Serizit umgewandelt ist. Der ganze

Feldspat, wie in der grobkrystallinischen Grundmasse, ebenso in Einsprenglingen ist als Labrador zu bestimmen, und allen Merkmalen nach ist das Gestein dem Melaphyr verwandt.

Andesitischen Charakter hat der Porphyrit vom Nordabhange des Besobdal. Er wurde an drei Stellen gefunden: Ungefähr in der Mitte, ferner in der oberen Hälfte und auf dem Rücken; bei gleicher mineralischer Zusammensetzung zeigt er hier verschiedene Ausbildung und Struktur; der erste und der letzte sind mehr schlackenähnlich mit sehr kleinen glasigen Plagioklasmikrolithen. U. d. M. sind die Gesteine sehr reich an frischer brauner Basis, in welcher die scharfumgrenzten kleinen Plagioklase liegen, neben frischem Augit und Olivinpseudomorphosen, die aus Karbonaten und einer gelblichen mittelstark doppelbrechenden Substanz bestehen. Das mittlere Vorkommnis zeigt die Einsprenglinge in bruchstückartigen Formen, der Olivin in kleinen, schlechtentwickelten Individuen ist ganz verrostet; die Einsprenglinge liegen in einer farblosen, aber stark mit feinsten Opazitkörnchen durchsetzten, feldspatigen Grundmasse von undefinierbarer Struktur, welcher der Augit fehlt. Die Absonderungsform dieser Porphyrite ist auch verschieden: derjenige, der von schlackigem Habitus ist, bildet grosse schalige Kugeln, die gegen die Spitze des Berges immer grösser werden und bis 2 mtr. im Durchmesser erreichen. Der andere Porphyrit ist bankig abgesondert.

---

3. Trapp und Melaphyr.

Der Trapp der Decken hat die gewöhnliche Beschaffenheit: Er ist schwarz, feinkörnig und äußerlich bald völlig kompakt, bald porös und selbst großblasig. Die Poren sind öfter von mit bloßem Auge sichtbaren glänzenden Täfelchen ausgekleidet, welche sich als Plagioklas erwiesen. Die Zusammensetzung ist die Gewöhnliche: Basischer Plagioklas, Labrador oder Labrador-Bytownit, gemeiner, oft etwas violetter „Diabasaugit", Olivin in größeren Krystallen und Körnern und Titaneisen, letzteres wie gewöhnlich in hübschen Krystallskeletten. Der Olivin ist meist von bemerkenswerter Frische, manchmal randlich oder ganz als Hyalosiderit entwickelt und nur selten von Rissen aus serpentinisiert, wobei sich dann die grüne Substanz auch in andere Mineralien hineinzieht.

Die Struktur ist etwas wechselnd: Vorherrschend sind feinkörnige Gesteine mit Hinneigung zu ophitischer Struktur: der Plagioklas in Leisten wird von einer aus kleinen Augitkörnchen bestehenden Grundmasse umschlossen, die auch öfter in den Feldspat eindringt. Seltener ist echte ophitische Ausbildung. Der Olivin ist öfter recht gut begrenzt, und die feinen Titaneisenskelette sind in der augitischen Grundmasse reichlich, finden sich aber auch als Einschlüsse in den übrigen Mineralien. Eine Neigung zu porphyrischer Struktur tritt durch einen gewissen Unterschied in der Ausbildung

des Plagioklases hin und wieder hervor. Neben den leistenförmigen einheitlichen Individuen findet man mehr isometrische von ähnlicher Zusammensetzung, die zur Zonarstruktur neigen, und sich schließlich als gut begrenzte größere Einsprenglinge abheben. Durch das Eintreten von gelbem bis braunem Glas wird die Struktur intersertal, und es gehen die äußerlich meist dem Trapp völlig übereinstimmenden Melaphyre hervor, die manchmal recht glasreich werden und dann pechartigen Glanz zeigen. Hier sind alle Mineralien gut krystallisiert und tadellos frisch; das oft etwas schlierige Glas ist erfüllt von Titaneisenskeletten und zeigt an solchen besonders reiche und daher dunkle Sphärolite, die sich gern an die auskrystallisierten Mineralien ansetzen. Andere grünliche Sphärolite sind wohl eher Mandelausfüllungen. Solche glasreiche Gesteine, etwa dem Palatinit entsprechend, überziehen sich durch Verwitterung mit einer an Kalkspat reichen, weißen Kruste, unter welcher eine dünne, braune Lage infolge ihrer bröckeligen Beschaffenheit die einzelnen krystallisierten Bestandteile in ihrer Form schon makroskopisch deutlich erkennen läßt; die braune Masse ist reines Glas.

4. Vulkanische Tuffe.

Die Tuffe der Porphyre und der Porphyrite sind mit Ausnahme einer Anzahl von Vorkommnissen aus dem Kalageran-, Aralex- und Bambaktale, in einem weitgehenden Stadium der Umwandlung und daher öfter nur schwer auseinanderzuhalten. Da sie sich zudem, z. B. im Babadschantale, deutlich miteinander mischen, können sie nicht voneinander getrennt werden. Und ebenso ist in manchen Fällen die Unterscheidung von dem gleichfalls stark zersetzten Ergussgestein selbst nicht mehr möglich. Nur, wo die klastische Struktur deutlich ist, oder wo sich organische Reste, z. B. Foraminiferen, dem vulkanischen Material beimengen, läßt sich seine Natur mit voller Sicherheit feststellen.

Die stark zersetzten Tuffe sind meist von grüner Farbe, öfter porphyrisch ausgebildet mit kleinen 3 mm erreichenden Feldspateinsprenglingen; es waren wohl überwiegend Aschentuffe, deren Struktur kaum mehr erhalten ist. Sie bestanden indeß nur selten ausschließlich aus Asche und sind dann oft mit Calcit imprägniert, der, wie es an manchen Stellen des südlichen Teils des Gebietes zu erkennen ist, aus Foraminiferenresten hervorgegangen ist, die aber nur schlecht erhalten sind. Unterhalb Kobert findet sich ein gebänderter Aschentuff, dessen Zentimeter starke Lagen entweder aus Epidot allein oder aus diesem gemischt mit Calcit bestehen. Gleichfalls gebändert ist ein ganz mit Opal imprägnierter Aschentuff vom Nordabhang des Besobdal, während ein ähnliches Gestein vom Südabhang zum großen Teil aus winzigen Mineral- und Schlackenfragmenten besteht, welchen in einzelnen Lagen Foraminiferen und etwas Erz, in anderen reichlich Erzkörnchen beigemengt sind.

Die meisten dieser Aschentuffe sind mehr oder minder reich an Mineralgemengteilen, welche nur in den Tuffen des Babadschantales, und des Nordabhanges des Besobdal häufiger noch frisch sind. Stark zersetzter Plagioklas ist der wichtigste dieser Gemengteile; Quarz ist nur im oberen Laufe des Bambak vorhanden, wo er auch in den Porphyren beobachtet wurde, nur ist er in den Tuffen reichlicher und häufiger. Zersetzte Hornblende tritt ebenso wie in den Porphyren selbst nur im Süden des Gebietes auf, sowie bei Jagdan, auf dem linken Ufer der Kamenka. Biotit in Tuffen wurde nur am Nordabhange des Besobdal aufgefunden, wo er stark verrostete und in Serizit umgewandelte Fetzen bildet. Auffallend ist es, daß er in den Tuffen des Babadschantales nicht beobachtet wurde, während er in den dortigen Porphyriten lokal reichlich auftritt. Augit ist nach dem Plagioklas das verbreiteste Mineral; er zeigt durchgängig dieselben Zersetzungsprodukte wie in den Porphyren.

Außer den Mineralgemengteilen sind in den erwähnten Tuffen mikroskopisch kleine Schlackenfetzen vorhanden, die im Bambak- resp. Debedatale nur lokal, im Babadschantale, wie auch am Nordabhange des Besobdal, reichlich auftreten und meist schwarz gefärbt sind. Oberhalb der Station Bambak erreichen diese Auswürflinge die Größe von einigen Zentimetern; hier ist auch ein ca. 8 mtr. breiter Aufschluß von demselben agglomeratischen Tuff, der aber hier gangartig auftritt und in Kugeln von Faust bis Kopfgröße und darüber abgesondert erscheint. Auch Sphärolite sind in den Tuffen des Bambaktales weit verbreitet, meist farblos, selten braun. Zweimal wurden auch perlitisch abgesonderte Fetzchen gesehen: einmal in einem ziegelroten Tuff unterhalb von der Station Schagali auf dem linken Ufer des Bambak, ferner bei Sisimadan. Accessorische Gemengteile, wie Titaneisen resp. Leukoxen oder Apatit fehlen nie.

Diese Tuffe sind mit Calcit, Chlorit, Serizit, Epidot, Seladonit und anderen grünen, zuweilen stark verrosteten und unbestimmbaren Substanzen durchsetzt oder geadert. Opal als Imprägnation der Tuffe fand sich bei Marz im Babadschantal und ein strahliger Zeolith mit einer vollkommenen und einer deutlichen Spaltbarkeit etwas weiter unterhalb. Im Bambak-, Debeda- und Sisi-sutal trifft man auch Körner, Nester und Adern von meist kataklastischem, etwas schmutzigem Quarz. Besonders stark zersetzt sind die Tuffe im oberen Laufe des Bambak zwischen Kischlag und Jagubli, wo sie von massenhaften Calcit- und Epidotadern reichlich durchzogen sind.

Die Tuffe aus den Tälern des Aralex und Kalageran, sowie aus der Zone der Porphyrite im mittleren Bambaktale, sind die frischesten in dem Gebiete und makroskopisch öfter einem Andesit ähnlich. Ihre Farbe ist überwiegend lichtbräunlich oder grünlich, zuweilen auch grau oder weiß durch zersetzten Feldspat. Sie führen meist reichlich Millimeter große Einsprenglinge: In erster Linie wohl ausgebildete, goldgelbe oder

schwarze Biotittäfelchen und schwarze bis grünliche Hornblende- und Augitkryställchen und Körnchen; Feldspat bildet meist weiße, matte Flecken, selten sind glänzende Leisten. U. d. M. zeigen diese Tuffe öfter ausgesprochene Aschenstruktur mit vielen Mineraleinschlüssen, deren Mengenverhältnisse gegenüber der makroskopischen Beobachtung umgekehrt sind. Als Reste von Olivin sind vielleicht Flecken einer schmutziggrünen Substanz zu deuten. Diese Mineralien sind fast ausschließlich Bruchstücke, öfter frisch mit wenig Einschlüssen, meist von Glas versehen, während dieselben in den Porphyriten, meist einschlußreich sind. Nur der Biotit führt reichlich Opaziteinschlüsse, weshalb er makroskopisch öfter schwarz erscheint. Schlackenfetzen finden sich auch in mikroskopischen Dimensionen. Die Struktur und Zusammensetzung derselben entspricht am meisten dem Quarzporphyr, sehr selten dem Porphyrit. Sie sind meist mikrofelsitisch, dabei zuweilen stark porös, seltener mikrolithisch mit fluidaler Struktur, oder granophyrähnlich, manchmal auch trachytisch; öfter trifft man auch größere farblose bis bräunliche Sphärolite in schönster Ausbildung. Die Schlackenfetzen sind meist stark zersetzt und arm an krystallisierten Bestandteilen, die gewöhnlich Plagioklas sind; nur einmal wurden kleine Augitkörnchen gesehen. Ein Tuff unterhalb der Mündung des Aralex in den Bambak (t, S. 10, Fig. 3) stellt ein graues gleichmäßig dichtes Gestein dar und setzt sich unter dem Mikroskop zusammen aus kleinen Lapilli einesteils vom Charakter der Augitporphyrite, andernteils von ausgesprochen intersertal struierten Gesteinen, bestehend aus langen Plagioklasleisten mit einer Zwischenmasse von Karbonat oder Biotit.

Im oberen Laufe des Aralex, am Fusse des Eliar und im Bambaktale oberhalb vom Fluße Kamischkut zeigen sich diese frischeren Aschen-Tuffe sehr arm an Mineralgemengteilen, die Aschenstruktur ist nicht zu beobachten, und die Schlackenfetzen werden am größten. Die Poren der Lapilli sind von verschiedenen Mineralien erfüllt, von denen verrosteter Seladonit, eine grünliche, schwach doppelbrechende Substanz, farblose Körner vermutlich von Quarz, ferner von Opal zu erwähnen sind.

Ein merkwürdiger Tuff wurde beim Dorfe Besobdal und unweit von Kischlag beobachtet, wo er mächtige Decken bildet; an diesen Stellen finden sich große Steinbrüche. Dieser Tuff ist schwarz, stark porös und besitzt daher niederes spez. Gewicht, führt viele glasige Millimeter große Plagioklaseinsprenglinge und viele Schlackeneinschlüsse, kleinere von Lichterfarbe und mehr felsitischem oder hyalopilitischem Habitus und größere von dem Aussehen einer schwarzen Schlacke. Unter d. M. besteht das Gestein vorherrschend aus wirren Fäden und Fetzen von braunem Glas, daneben teilweise krystallographisch begrenzte Plagioklaskörner und lichtgrüner Augit. Der Plagioklas, seltener der Augit, sind zuweilen reich an braunen Glaseinschlüssen. Er ist zu den Bimsteintuffen zu stellen.

II. Tiefengesteine.

Granit und Monzonit.

In verhältnismäßig untergeordneter Weise trifft man echte Tiefengesteine, welche eine gewisse Verwandtschaft mit den Ergußgesteinen deutlich hervortreten lassen. Die Serie der Porphyrite des Babadschantales mit ihren Übergängen in Quarzporphyrite und in Felsit hat ein gewisses Aequivalent in den vereinzelnten Aufschlüssen plagioklasreicher Granite, welche meist randlich in graugrünen Diorit übergehen oder auch aplitische Salbänder aufweisen, wie bei der Station Schagali im Bambaktale. Und dem monzonitischen Typus der ersten Reihe der Porphyrite entspricht ein Aufschluß olivinführenden Monzonits im Kamenkatal.

Der Granit, der an fünf oder sechs Stellen im ganzen Gebiet zerstreut aufgeschlossen ist, hat stets einen ungewöhnlich hohen Plagioklasgehalt. Wo der Orthoklas noch häufig ist, ist das Gestein bräunlich und immer frischer als dort, wo der stets weiße Plagioklas reichlicher hervortritt. Solche Gesteine, die durch die Zunahme von Hornblende und Biotit dunkler und dabei auch feinkörniger werden, sind meist matt und weitgehend umgewandelt. U. d. M. zeigt sich die normale Struktur und Beschaffenheit der Gesteine: Der Quarz ist etwas kataklastisch und öfter pegmatitisch mit dem als Perthit entwickelten Orthoklas verwachsen. Der Plagioklas ist ein meist krystallisierter Andesin, dessen ausgesprochene Zonarstruktur auch durch den Beginn der Zersetzung im inneren Kern angedeutet ist, dabei bilden sich Serizit, Kalkspat und Epidot. Die breite, stark lichtbrechende Randzone hat öfter fetzige Begrenzung.

Die basischen Mineralien sind meist schlecht krystallisiert: der Biotit, nur selten frisch, ist unter Ausscheidung von Titanmineralien zu Chlorit geworden und verwächst auch mit der meist frischen, grünen Hornblende. Von letzterer finden sich neben kompakten Körnern auch schlecht entwickelte faserige Partien, welche wohl Uralit sind, wie z. B. in der Nähe der Station Bambak, wo der Granit außerdem ziemlich viel Augit in farblosen Körnern führt. Neben den gewöhnlichen accessorischen Gemengteilen findet sich Schwefelkies in dem soeben erwähnten Granit, sowie in einem Vorkommnis aus dem Samanlutale, begleitet von einzelnen Körnchen von Kupferkies.

Die Aplite der Randzonen sind grünlich-graue Gesteine; jenes aus dem Bambaktale ist mikropegmatitisch entwickelt, führt etwas Plagioklas und kleine Fetzchen von Chlorit. Alles ist ziemlich stark zersetzt und das spärliche Titaneisen ist meist zu Leukoxen geworden. Etwas verschieden davon ist ein Aplit aus dem Samanlutal, der vorherrschend aus leistenförmigen Andesin mit etwas Biotit und dessen Umwandlungsprodukten sowie mit

wenig Orthoklas und Quarz besteht und somit den Charakter eines Dioritaplits aufweist. Hieran schließt sich der Monzonit aus der Kamenkaschlucht. Er hat den Habitus eines mittelkörnigen Syenits. U. d. M. besteht er aus herrschendem Labrador in leistenförmigen Individuen, die öfter eingebettet sind in einer Grundmasse von Orthoklas; daneben findet sich grüner, lamellierter Diallag, der am Rand und auf Rissen zu Uralit geworden und oft ophitartig von Plagioklas durchsetzt ist. Etwas Biotit und von Erz erfüllte Serpentinflecken geben nebst dem zu Leukoxen gewordenen Titaneisen und etwas Apatit den normalen Charakter eines Monzonits.

III. Ganggesteine.

Eruptivgänge sind hier, wie schon erwähnt, sehr verbreitete Erscheinungen; besonders zahlreich sind die Gänge im Bambaktale entwickelt, wo sie namentlich den Porphyr resp. dessen Tuffe, aber auch den Granit durchsetzen; ebenso sind die Gänge im Babadschantale, in den Schluchten Sisi-su, und des Lalwar und am Südabhange des Besobdal reichlich vorhanden. Sie treten in verschiedenen Gesteinen auf: Im Babadschantale in den Porphyrittuffen, am Sisi-su hauptsächlich im Kalkstein und am Südabhange des Besobdal wieder im Porphyr resp. in dessen Tuffen. In Gängen finden sich analoge Gesteinsarten, wie sie die Decken bilden, d. h. Porphyre, Porphyrite und Trapp resp. Diabas.

1. Gänge von Porphyr.

Porphyrgänge sind am reichlichsten im Sisi-sutale entwickelt, wo sie den Kalkstein durchbrechen; dieser Porphyr ist derselbe, welcher im Süden die Decken bildet.

Im Bambaktale wurde ein schwarzer Granophyr beobachtet, der aus dem unteren Kamenkatale nach dem Babadschantale streichend, namentlich bei der Station Kalageran auftritt und, bald plattig, bald säulig abgesondert, kegelförmige Vorsprünge (Fig. 2, S. 9 Phot.) bildet. Er ist klein porphyrisch und erst durch die Zersetzung treten die 1—2 mm großen Plagioklaseinsprenglinge deutlich hervor, wie es im Kamenkatal der Fall ist. U. d. M. sieht man eine von Opazit bestäubte, granophyrische Grundmasse mit frischen Plagioklaseinsprenglingen, die von verrosteten Titaneisenkörnern aus öfter von Rostadern durchzogen sind. Der Plagioklas mit ausgeprägter Zonarstruktur ist wiederum sehr basisch, etwa Labrador, enthält manchmal zonar angeordnete Einschlüsse von umgewandeltem Glase. Der basische Gemengteil der wohl Pyroxen war, ist daneben vollständig zersetzt und besteht nur aus Haufwerken winziger Sphärolite eines dem Seladonit ähnlichen Minerals mit Kalkspat. Quarz als Einsprengling

ist in meinen Gesteinen nicht vorhanden, was hervorgehoben zu werden verdient, da H. Abich einen Quarzporphyr „mit viel Quarz Beimengung“ von der hier in Betracht kommenden Stelle erwähnt.

Weiter oben in der Kamenkaschlucht, unterhalb Kogos findet sich neben den großen Monzonitaufschlüssen ein plattig abgesonderter Felsitgang, welcher u. d. M. viele frische Biotitfetzchen erkennen läßt.

Ein besonders interessantes und ausgedehntes Vorkommen liegt in einer Kette kleiner Hügel auf dem Plateau am linken Ufer der Kamenka oberhalb Kogos vor. Porphyrtuffe, die stellenweise von Trapp überlagert werden, durchsetzt ein Gang von grünsteinähnlichem Porphyr, von den Deckenporphyren nur durch die größere Frische der Plagioklaseinsprenglinge unterschieden. Die basischen Einsprenglinge dieser Porphyre sind in die gleichen Aggregate umgewandelt, wie bei dem beschriebenen schwarzen Granophyr. Gegen Kogos zu geht er in eigentlichen Aplitporphyr und in Aplit über. Der Aplitporphyr ist von Rost bräunlich, der Aplit selbst aber rein weiß, und man erkennt die Gemengteile schon mit bloßem Auge. In beiden herrscht der etwas perthitische Orthoklas über den Plagioklas bedeutend vor, und es entwickelt sich, namentlich in dem Aplit, die pegmatitische Verwachsung mit Quarz. Kleine Muscovitfetzchen neben Apatit und Titanmineralien vervollständigen die Zusammensetzung.

Eine höchst merkwürdige Erscheinung beobachtet man im Bambaktale unterhalb der Mündung des Babadschan, hier findet sich eine leichte, weiße Masse, die in einem Eisenbahneinschnitt sich als eine wenig mächtige Lage zwischen felsit-artigem Gestein und grünem Porphyrtuff einstellt. Man sieht das Gestein selbst auf eine Strecke bis 2 Kilometer, teilweise deutlich kugelig abgesondert; die mikroskopische Analyse läßt auf einen ursprünglichen Bimstein schliessen, der verkieselt ist, und dessen Poren von Kieselsäure und serizitischen Aggregaten erfüllt sind.

2. Gänge von Porphyrit.

Von allen Ganggesteinen haben die Porphyrite die größte Verbreitung. Einige trifft man im Babadschantal, auf dem Südabhange des Besobdal und im Lalwartal bei dem Bergwerk Alawerdi; am häufigsten aber sind sie im Bambaktale zu beobachten. In seinem oberen und unteren Teile treten sie hauptsächlich im Porphyr resp. dessen Tuffen auf; bei dem Bahnwärterhause ca. 3 Werst oberhalb Station Schagali bricht ein Porphyritgang durch Granit und im mittleren Laufe, bei der Station Kalageran, wird der Porphyrit direkt von der Trappdecke umhüllt.

Im oberen Laufe sind es Augitporphyrite von grünlich-schwarzer Farbe selten mit bis 2 mm großen Augiteinsprenglingen. Im obersten Teile zwischen Jagubli und Station Bambak, wo überhaupt die meisten Gänge von Porphyrit auftreten, sind sie am basischsten entwickelt und nähern sich dem Melaphyr; sie sind zunächst noch ziemlich grob krystallinisch, dabei

stark zersetzt und von Kalkspat und Chlorit durchwachsen, flußabwärts werden sie dichter und frischer. Überall trifft man zonargebaute Plagioklaseinsprenglinge, meist Labrador bis Labrador-Bytownit, an welchen in den zersetzten Vorkommnissen der Kern zu Kalkspat und Serizit geworden ist, dabei aber eine klar durchsichtige Randzone erhalten blieb; der Augit zeigt meist keine Krystallform und verbindet sich öfter mit dem Plagioklas zu einer Art ophytischer Struktur, teilweise ist er zu Kalkspat und Chlorit geworden, die ihn in dem erwähnten wenig frischen Porphyritgang im Granit ganz ersetzen. Dieser zeigt also schon ausgesprochenen Grünsteinhabitus.

Überhaupt neigen weitaus die meisten Porphyritgänge des Gebietes zur Grünsteinbildung und ihr makroskopisches und mikroskopisches Bild wechselt nur wenig; Einsprenglinge sind bald mehr, bald weniger vorhanden und überwiegend von mikroskopischen Dimensionen; jene von Feldspat sind meist Labrador, aber auch noch basischer, bald frisch, bald trüb oder ganz in karbonathaltige Aggregate umgewandelt. Auch Pseudomorphosen nach Olivin, meist in schlechter Ausbildung sind vorhanden. Die von Erz, mit mehr oder weniger starker Leukoxenbildung, durchsetzte Grundmasse, besteht vorherrschend aus Zersetzungsprodukten und zeigt ebenso wie der ganze Gesteinshabitus den Charakter der Diabase. Mandelsteinbildung ist spärlich und hauptsächlich im unteren Laufe des Bambak resp. Debeda und in der Lalwarschlucht verbreitet. Chloritsphärolithe mit anomalen Interferenzfarben, nicht bestimmbare, farblose Sphärolite von niederer Licht- und Doppelbrechung, Kalkspat und Epidot bilden die Ausfüllung. Absonderungserscheinungen sind meist nicht besonders prägnant; säulige Absonderungen zeigen ein Augitporphyrit aus der Lalwarschlucht und ein Diabasporphyrit aus dem Babadschantal unterhalb Achnisor, wobei der letztere durch Verwitterung in Kugeln übergeht; undeutliche kugelige Absonderung wurde auch am Besobdalgebirge und etwas deutlicher unterhalb Kobert beobachtet.

Abweichend von diesen verbreitetsten Typen ist z. B. ein Porphyritgang an der Mündung des Samanlu, der Einsprenglinge von Albit in einer von Serizit und Erzkörnchen durchsetzten Grundmasse aufweist, die sonst nur Feldspatkörner erkennen läßt. Ungewöhnlich frisch ist ein Gestein bei der Station Kalageran, schwarz mit glasigen Feldspateinsprenglingen und eher als Andesit zu bezeichnen. Der Feldspat wurde u. d. M. als Labrador bestimmt, daneben trifft man Individuen von pleochroitischem Titanaugit. Auch die hyalopilitische Grundmasse ist sehr frisch und besonders durch zahlreiche 6seitige Biotitmikrolite interessant. Etwas mehr pilotaxitisch ist die Grundmasse in einem grünlich-grauen Porphyrit unterhalb von Kobert; dieser hat $^1/_2$ bis 1 cm grosse gelbliche matte Labradoreinsprenglinge, die sich zuweilen sternförmig gruppieren und u. d. M. starke Trübung und Umwandlung in Kalkspat, Serizit und Epidot erkennen lassen. Kleine Mandeln mit Epidot und teilweise mit Calcit sind im Gestein reichlich vorhanden.

Oberhalb von diesem Porphyrit steht ein anderer an ohne Einsprenglinge, dicht mit muscheligem Bruch und von Erz schwarz gefärbt; die Grundmasse ist mikrolithisch und nicht fluidal und neben Erzkörnchen stark mit Calcitkörnchen durchsetzt.

Neben dem später zu besprechenden Trappgang bei den Mühlen von Achnisor steht ein ca. 2 mtr. breiter Gang eines schwarzen Labradorporphyrit an, dessen bis 2 cm große Labradoreinsprenglinge sich durch ziemliche Frische auszeichnen.

Zu erwähnen wäre noch, daß F. Becke einen großporphyrischen Labradorporphyrit aus dem Debedatal unterhalb Usunlar beschreibt, während ich in diesem Teile des Gebietes derartige Gesteine überhaupt nicht gefunden habe; auch mit den verschiedenen Labradorporphyriten, die ich im Obigen aus andern Teilen des Gebietes beschrieben habe, stimmt das Gestein von F. Becke nur teilweise überein.

3. Gänge von Trapp und Diabas.

Während der Trapp in den Decken sich im allgemeinen durch große Frische auszeichnet, erscheint er in den Gängen häufig in der Form des Diabases. Frisch ist er nur oberhalb Marz im Babadschantale vorhanden und verhältnismäßig frisch in demselben Tale bei den Mühlen von Achnisor, hier aber auch schon in der Umwandlung des Olivins den Beginn der Zersetzung zeigend. Verbreiteter sind die eigentlichen Grünsteine, wie gewöhnlich meist ziemlich dichte, grau-grüne Gesteine, lokal mit etwas porphyrischer Struktur, die in Form größerer Feldspateinsprenglinge hervortritt. Sie sind mit den bei den Porphyriten erwähnten Grünsteinen durch alle Übergänge verbunden. Auch Mandelbildung konnte hin und wieder beobachtet werden.

In einigen Gesteinen läßt sich die ursprüngliche mineralische Zusammensetzung u. d. M. noch rekonstruieren, so z. B. in einem Gang zwischen der Station Alawerdi und dem Bergwerke. Dieses Gestein war ursprünglich ein dem Olivingabbro nahestehender Trapp; vom Olivin sind noch spärliche Reste vorhanden; aus der Menge des vorhandenen Serpentins mit Maschenstruktur aber ist zu schließen, daß er einst ein wichtiger Gemengteil des Gesteines war. Reichlich ist dann auch die Ausscheidung von Karbonaten, und parallele Adern mit Karbonaten und andere mit Chrysotil durchsetzen die Pseudomorphosen. Neben etwas Diabasaugit ist reichlich Pennin in kleinen Sphäroliten vorhanden und nur der wenig lamellierte Labrador ist verhältnismäßig frisch, doch ist auch hier etwas Karbonatbildung zu sehen. Löcherige Körner von Titaneisen, etwas Magnetkies und Biotit vervollständigen die Zusammensetzung des Gesteins.

In anderen Gesteinen, so z. B. in einem Gang zwischen Sanain und Alawerdi ist der Olivin ganz zu Karbonaten geworden, die von Rostadern durchzogen und nur nach ihrer äußeren Form bestimmbar sind. In

den meisten Vorkommnissen aber wurden erkennbare Spuren von Olivin nicht aufgefunden. In allen Gesteinen der Reihe sind die kleinen Sphärolite von Pennin, lokal, wie bei der Station Alawerdi gegen Sanain gemengt mit Epidot und etwas Prehnit neben Karbonaten weit verbreitet; An Stelle des Chlorits tritt in einem Gestein von Alawerdi ein stärker doppelbrechendes, schuppiges Mineral, das stark verrostet ist und in seinen Eigenschaften an Seladonit erinnert. Der Augit ist meist nur noch spärlich vorhanden und manchmal stark kataklastisch; bald lichtgrün, wie in einem Gang zwischen Jagubli und der Station Bambak, bald mehr violett, zuweilen zonar struiert, oder mit sanduhrförmigem Aufbau, wie bei Karaklis oder Sisimadan. Reichlich sind auch überall die stellenweise zu Leukoxen gewordenen Skelette des Titaneisens, und der Labrador, zum Teil noch frisch, zum Teil ganz serizitisiert, gibt mit seinen leistenförmigen Durchschnitten das Bild der ophitischen Struktur.

Mandeln sind im allgemeinen spärlich entwickelt und enthalten Karbonate und Clorit, zum Teil in Zonen, meist aber letzteren in Sphärolite unregelmäßig eingestreut. Auch Körner von stark kataklastischem Quarz wurden zwischen Alawerdi und Sanain beobachtet. Stark zersetzte Mandelsteine, wohl ursprünglich vom Charakter der Melaphyre fanden sich zwischen Sanain und Alawerdi, sowie im Stollen Ellin des Alawerdi Bergwerkes. Das erstere muß in frischem Zustande ein sehr schlackiges Gestein gewesen sein, jetzt ist es eine matte, grüne Wacke mit kugeliger Verwitterung. Die kleinen, in der Hauptsache aus körnigem Karbonat und strahligem Prehnit in mannigfacher Verbindung ausgefüllten Poren herrschen stark vor und die grüne, an Opazit arme, aber an Karbonat reiche Grundmasse enthält Plagioklaseinsprenglinge, die stark getrübt und stellenweise ganz zu Prehnit geworden sind. In den Mandelräumen findet sich auch Quarz, bald körnig, bald in Kryställchen, die auf der Wand der Mandeln aufgeschossen sind, sowie faserige, verrostete Aggregate, die wohl Seladonit waren; im Gestein aus dem Stollen Ellin finden sich als Hauptmaterial der Poren neben Clorit- und Prehnit-Sphäroliten stark getrübte radialstrahlige Zeolithe. Von den anderen Gesteinen unterscheidet sich dieses vor allem durch reichlichen Opazitgehalt in der Grundmasse, der die schwarze Farbe des Gesteines bedingt.

IV. Sedimente.

1. Kalksteine.

Kalkstein findet sich im Sisi-sutal und im Babadschantale, ca. 3 Werst oberhalb Achnisor. Der erstere, in größeren Brüchen in einiger Entfernung von Sisimadan auf dem linken Ufer des Flusses aufgeschlossen, ist von lichtgrauer Farbe, dicht mit muschelig-splittrigem

Bruch. U. d. M. ist er sehr kleinkörnig und zeigt keine Lamellierung der Kalkspatkörner, auch keine Versteinerungen, noch sonstige Beimengungen. Der Kalkstein aus dem Babadschantale ist als Foraminiferenkalk entwickelt mit vielen relativ großen Foraminiferengehäusen, zuweilen von vollkommener Erhaltung oder in Form von Bruchstücken; selten sind solche Organismenreste sehr dicht mit feinstem Opazitstaub durchsetzt, wodurch sie schwarz und fast undurchsichtig werden; außerdem sind ziemlich frische Plagioklasbruchstücke ungefähr Andesin bis Labrador, ferner kleine felsitartig struierte Schlackenfetzen und in spärlicher Menge grüner, zuweilen radialstrahliger Chlorit vorhanden.

V. Kontaktgesteine.

In der Erzlagerstätte von Sisimadan durchbricht der Porphyr den turonischen Kalkstein und am Kontakt sind in Menge Kontaktmineralien, wie Epidot, Granat, Tremolit, Diopsid und Chlorit entstanden. Das Handstück aus dem hangenden Kontakt, das am rechten Ufer des Sisi-su bei dem Bergwerk geschlagen wurde, ist stark verrostet und von Eisenglanz- und damit gemengten Kalkspatäderchen durchzogen. In dem dichten Kalk sind netzartig und ungleichmäßig kleine, derbe Granatpartien eingeschlossen; der Granat ist im Dünnschliff farblos, überwiegend trüb und zeigt in geringer Menge Eisenglanz und Rost. Im ganzen Gestein sind auch kleine Quarzkörnchen, öfter in Form von Nestern, verteilt. Ein weiteres Handstück gleichfalls vom hangenden Kontakt im Bergwerke genommen, besteht fast ausschließlich aus Epidot, der unregelmäßig prismatisch ausgebildet ist. Die kleinen Zwischenräume zwischen dem Epidot sind von grünem Chlorit erfüllt, der im polarisiertem Licht als kleine Sphärolite mit anomalen Interferenzfarben erscheint. Dasselbe Mineral bildet auch Äderchen im Gestein. Hinzu kommen Apatitkörnchen und Flecken von Leukoxen. Ein Handstück aus demselben Gang vom liegenden Kontakt besteht aus denselben Mineralien nur im umgekehrten Mengenverhältnis von Epidot und Chlorit; hier ist wenig Leukoxen vorhanden, dagegen wurde Schwefelkies in großen, derben Partien und in Form feiner Äderchen beobachtet; derselbe ist zuweilen stark löcherig, und die Löcher sind mit Chlorit und Epidot erfüllt; auch Eisenglanz ist darin eingewachsen.

Ein anderes Handstück, das einer Ader entstammt, wie sie reichlich den Kalkstein durchziehen, besteht überwiegend aus grauem, faserigem Tremolit in isometrischen Körnern verschiedener Größe; in Menge sind zwischen den Tremolit-Körnern optisch anomale Granatkrystalle ein-

geschlossen, ferner sind Kalkspat und Eisenglanz vorhanden, letzterer in derben Partien und in Verwachsung mit Kupferkies.

Im Bergwerk Antoniew, welches sich auf dem rechten Ufer des Sisi-su ca. 3 1/2 Werst oberhalb Sisimadan befindet, wurde im untersten Alexandrow-Stollen ein Handstück gesammelt, das überwiegend aus kleinen, grauen Diopsidkörnchen zusammengesetzt ist, in dem zahlreiche, verhältnismäßig große, derbe, farblose Granatpartien vorhanden sind; außerdem sind sehr kleine Quarzkörnchen, Calcit und Eisenglanz zu erwähnen. Im Stollen Nikolajew, der sich oberhalb des Stollens Alexandrow findet, besteht das Gestein aus gleichen Mengen von Diopsid, Granat und Calcit. Der Diopsid ist in kleinen Körnern ausgebildet, der Granat tritt in zwei Formen auf; in lichtgelben Kryställchen und in großen, etwas dunkleren, derben spaltbaren Partien, in welchen Kryställchen der ersteren Varietät mit optisch anomaler Beschaffenheit hin und wieder eingewachsen sind. Außerdem sieht man einige Quarzkörner als Ausfüllungsmasse zwischen den anderen Gesteinsgemengteilen.

Zusammenfassung.

Bei der Zusammenstellung aller Beobachtungen, die über den Aufbau des untersuchten Teiles des „Kleinen Kaukasus“ gemacht worden sind, kommen wir zu folgenden Resultaten: Es ist ein Gebiet, welches noch in verhältnismäßig junger Zeit von gewaltigen Eruptionen mehrfach erschüttert wurde, die, wie man aus den Beobachtungen von H. Abich in einem weiteren Gebiet schließen kann, erst im Tertiär ihren Abschluß fanden. In der Kreide, und zwar wahrscheinlich von der mittleren Epoche dieser Formation ab, fanden hier die Eruptionen von saueren und mittelbasischen Gesteinen statt, die sich als Ströme, von mächtigen Tuffmassen begleitet, ausbreiteten und einander auch gangartig durchsetzten; dann erfolgten in jüngerer Zeit, vermutlich erst im Tertiär zahlreich sich wiederholende Ausbrüche eines basischen Magmas von der Zusammensetzung eines Trapps, die zu einer Reihe sich weithin ausdehnenden Decken führten, die alles Frühere überlagernd, der Gegend einen plateauartigen Charakter verliehen. Die Reihe dieser Eruptivmassen, die in den cañonartigen Erosionstälern aufgeschlossen sind, gibt mit ihren säulig abgesonderten Terrassen der Landschaft ein besonders eigenartiges Gepräge.

Den Grundstock des ganzen Gebietes bilden zweifellos Tiefengesteine, die in ihrer Zusammensetzung etwa den älteren Ergußsteinen entsprechen und von granitisch-dioritischen Typen bis zum Olivinmonzonit gehen; doch sind Aufschlüsse dieser Gesteine recht selten und bemerkenswert durch die Erscheinungen magmatischer Spaltung, die sich namentlich in aplitischen

Randzonen äussert. Daraus wird der Schluß wahrscheinlich, daß es sich dabei nicht um Erosionsreste älterer größerer Massive handelt, sondern um Teile des inneren Kerns der Vulkane, welche die Porphyre und Porphyrite geliefert haben.

Von den Ergußgesteinen, welche den weitaus größten Teil des Gebietes einnehmen, sind die meist ziemlich quarzarmen und plagioklasreichen Quarzporphyre im Norden und Süden besonders entwickelt. Ein eigenartiger, sonst bei solchen Gesteinen seltener Grundsteinhabitus herrscht hier vor, und ebenso befinden sich auch die reichlich vorhandenen Tuffe in weitgehendem Stadium der Umwandlung, die ihre Unterscheidung von den Ergußgesteinen nicht in allen Fällen ermöglicht. Die wenig feste Beschaffenheit dieser veränderten Gesteine bedingt oft recht groteske Korrosionsformen, die namentlich in steilen, kegelförmigen Gebilden hervortreten. Die Absonderungsformen sind bankig und plattig.

Frischer sind die Plagioklasgesteine, die Porphyrite mit außerordentlich mannigfaltigen Modifikationen, begleitet von ungemein mächtigen Tuffablagerungen, die vor allem den mittleren Teil des Gebietes einnehmen. Ihre Hauptmasse gehört der basischen Reihe an; diese sind schwarz, meist deutlich porphyrisch durch Augiteinsprenglinge und zeigen u. d. M. einen fast nie fehlenden Gehalt an Olivin. Hin und wieder selbst in recht basischen Gesteinen auftretender Orthoklas verweist auf Ergußgesteine der Monzonitreihe, und es entwickeln sich z. B. im Aralextale eigentliche Orthoklasporphyre von trachytischem Charakter aus denselben. Von ihren Tuffen unterscheiden sie sich viel besser; abgesehen von den lichteren braunen bis grünen Farben lassen die Tuffe neben Augit auch Biotit und Hornblende gewöhnlich deutlich erkennen, und meist schwarze oder bräunlich eckige Schlackenfetzen bezeichnen ihre klastische Natur. Die Absonderungsformen sind bankig und plattig, stellenweise auch säulig, letztere Form weniger vollkommen in den Tuffen; durch Verwitterung gehen kugelschalige Gebilde hervor.

Abweichend von diesem meist sehr basischen Typus sind die Porphyrite des Babadschantales, welche meist wenig porphyrisch entwickelt, lichtere und weniger basische Gesteine umfassen, die in mehrmaliger Wiederholung in einer und derselben Masse in quarzführende Porphyrite und selbst in Felsit resp. Felsophyre übergehen; diese haben graue, bräunlich- oder grünlich-graue Farbe. Der Biotit ist hier in weiter Verbreitung als Einsprengling neben Augit vorhanden. Die mächtigen Decken dieser Porphyrite sind säulig abgesondert mit kugeliger Verwitterung; die mehr untergeordneten Tuffe von grünen Farben zeigen mehr kugelschalige Beschaffenheit. Wiederum einen abweichenden Charakter zeigen die öfter ganz andesitartigen, aber immerhin ziemlich basischen Gesteine am Nordabhang des Besobdalgebirges.

Die Trappgesteine endlich sind, wie dies bei solchen Gesteinen gewöhnlich ist, von ermüdender Einförmigkeit, meist ziemlich frische Gebilde,

durch porphyrische Entwicklung in Melaphyre übergehend und äußerlich von schwarzer Farbe und fein krystallinischem Habitus. Tuffe fehlen ihnen bemerkenswerterweise ganz. Die säulige Absonderung ist vorzüglich entwickelt und die in Terrassen übereinanderstehenden Säulenreihen, wie sie besonders in den in das Plateau eingeschnittenen Rändern der Kamenkaschlucht hervortreten, hat landschaftlich etwas ungemein reizendes an sich und beweist, daß die hunderte von Fuß mächtige Masse aus einer ganzen Reihe übereinandergeflossener Decken besteht.

Die verschiedenartigen Ganggesteine endlich, die zweifellos in der Hauptsache zur Gefolgschaft der Porphyre und Porphyrite und nur untergeordnet zu jenen des Trapps gehören, durchsetzen alle Gesteinstypen mit Ausnahme des Trapps; sie finden sich stellenweise auch innerhalb der untergeordneten Sedimentgesteine und lassen so einigermassen wenigstens eine chronologische Bestimmung der Eruptionen zu.

Sedimente und zwar Kalksteine wurden in größeren Aufschlüssen nur in zwei Tälern beobachtet: im oberen Laufe des Babadschan, wo graues, stark verunreinigtes Cenoman mit vielen schlecht erhaltenen Versteinerungen auftritt, von denen Orbitulina concava und Vola aufgefunden wurden, im Sisi-sutale, wo an einigen Stellen ein lichtgrauer, turonischer (H. Abich) Kalkstein mit quaderartiger Absonderung hervortritt. Der turonische Kalkstein des Sisi-su ist von zahlreichen Porphyradern durchzogen, neben welchen Kontaktmineralien wie Granat, Diopsid, Tremolit, Epidot und Chlorit und die Erze von Sisimadan ausgebildet sind. Die Erscheinung, daß Porphyrgänge im Kontakt mit Kalk so einschneidende Metamorphose hervorgebracht und Erzlagerstätten vom Typus der Skarnlagerstätten zu entwickeln imstande waren, ist eine besonders interessante Erscheinung, welche eine für später in Aussicht genommene Studie über die Erzlagerstätten von Sisimadan gewidmet werden soll.

Über das Alter der Porphyre des Nordens finden wir bei H. Abich folgende Daten: . . . . . „Die im hohen Grade ungleichen und verworrenen Lagerungsverhältnisse sind Ausdrücke der eruptiven Entstehungsweise dieser Gesteine innerhalb verschiedener aufeinander gefolgter Bildungsperioden. Über die chronologische Beziehung dieser Felsarten zum geologischen System geben wenige, aber charakteristische fossile Organismen Aufschluß, die sparsam verteilt in unreinen, mit zersetzten dioritischen Trümmermassen gemengten Kalken vorkommen, welche die erzführenden Gesteine überlagern. Diese fossilen Reste, die den Horizont der Oxford-Gruppe (Scyphien-Schichten von Oppel) bezeichnen, fixieren die geologische Grenze zwischen den porphyrischen Felsarten des fundamentalen Grünsteingebirges des Lalwar und den ungeschichteten wie den geschichteten Gesteinen der Felsitfamilie, deren Ablagerungen bis in die Bildungszeit der senonen Kalke mit Inoceramen hinaufreichen. Die eigentlichen Felsite von euritischem Habitus schließen mit der Kreide-Periode ab; sie werden in der Tertiärzeit durch sehr ähnliche Gesteine von trachytischem

Habitus vertreten. Unter den klastisch-dialytischen Gesteinen der senonen Sippe sind Felsittuffe u. dergl. pelitartige Varietäten von meistens gelblichen Farben als regelmäßig geschichtete Glieder in der umfangreichen Zone dieser Gesteinsfamilie besonders wichtig, die längs der ganzen Westgrenze des somkhetischen Gebirges mit einem ungewöhnlichen Reichtum kristallinischer, cavernöser und fast ganz in Kieselsubstanz aufgehender Abarten ausgestattet, sich bis zum Debedatale erstreckt.“ ....

Hiernach würde sich also die Eruption der Porphyre bis in die oberste Kreide hinein erstrecken. Über das Alter der Porphyrite sind Anhaltspunkte nicht gegeben. Kein Anhaltspunkt liegt dafür vor, daß sie geologisch von den Porphyren weit getrennt sind, und da sich an zahlreichen Stellen beiderlei Tuffe zweifellos miteinander mischen, so scheint dadurch ihr annähernd gleiches Alter bewiesen zu sein. Die jüngsten und basischten Eruptivmassen des Gebietes, jene von Trapp, fallen dann zweifellos ins Tertiär.

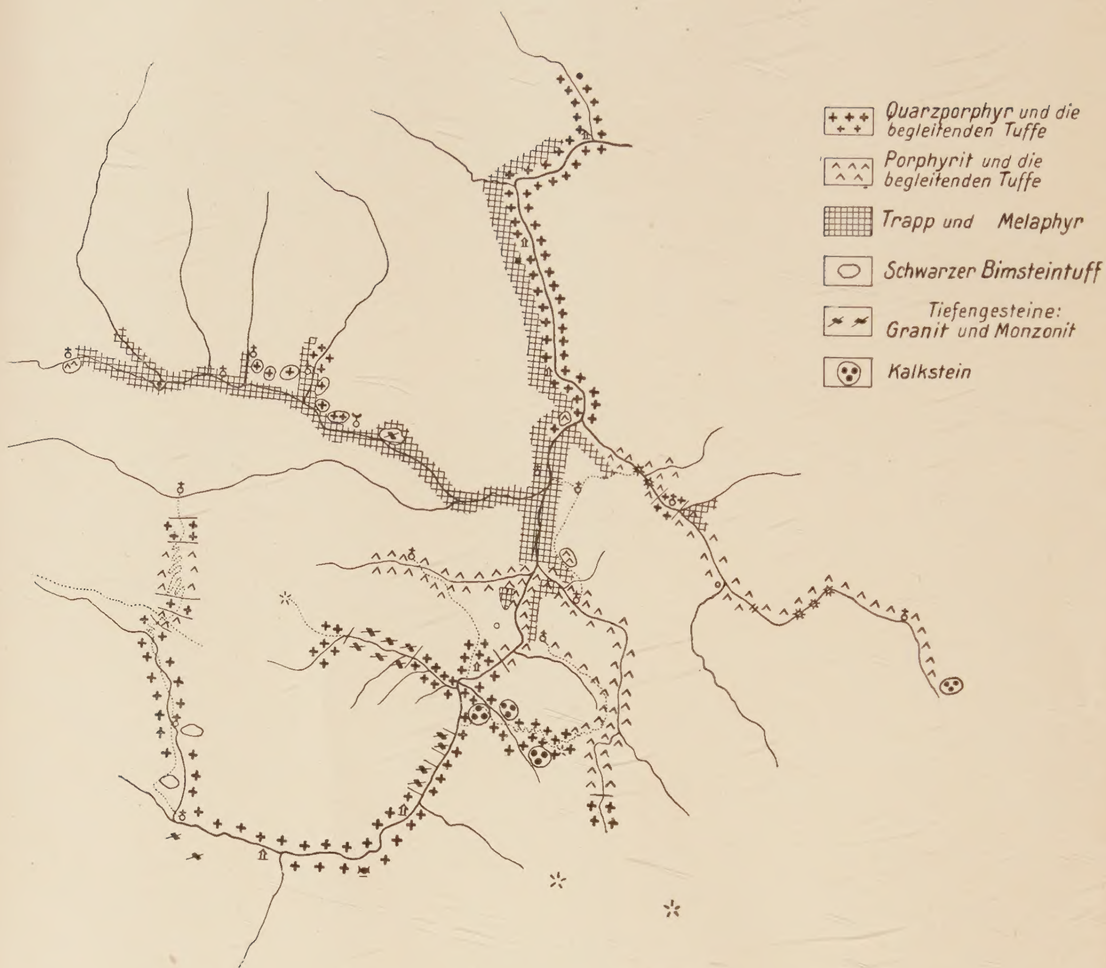
Zum Schluß möchte ich noch den herzlichsten Dank aussprechen: Dem hohen Professoren-Kollegium der Berg-Hochschule zu Ekaterinoslaw, sowie meinem hochverehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. E. Weinschenk in München und den Herren Prof. N. J. Lébédew, L. L. Iwanow, Oberbergdirektor des kaukasischen Bergwesens K. F. Rugewitsch, Obersteiger des Alawerdi-Bergwerkes G. J. Warfolomejew, dem früheren Stationsvorstand der Station Kalageran A. Chitrow und anderen Herren, welche mich bei meinen Studien in liebenswürdigster Weise unterstützt haben.

München, Petrographisches Seminar, den 1. Oktober 1910.





62° 0'
62° 15'
62° 30'
Lalwar Gebirge
Lalwar (8388)
Alawerdi (3754)
Alawerdi
nach Tiflis
Lalwar
Somchetien
Seidbi-su
Sanain
Usunlar
Debeda
Ledschan
Owan-dara
Agsi-bjuk
Jagdan
Neu Akarak
Alt Akarak
Jagdan
Dschelal-oglu (4648)
Lori
Kamenka
Kogos
Kobert
41° 0'
Zater (3892)
Debeda
Bisich
Tikna
Marz
Babatschan
Jkitan
Achnisor
Gergeri
Gerger
Kalageran
Kalageran
Kalageran
Chatschi-keg
Besobdal Gebirge
6762
Tasch-kesan
Schagali
Samanlu
Schagali
Kamischkut
Kamischkut
Aralex (Tschanachtschi)
Sisi-su
Sisimadan
4459
Eliar (6286)
Schagali Eliar
nach Alexandropol
Kischlag (4165)
Bambak
Bambak
Karaklis (4165)
Jagubli
Kescha-dag
Chalab-dag
Wank-dzor
Bambak-Gebirge
40° 45'
Werst
(1 Werst = 1066,3 m.)
Massstab 1: 210 000


Quarzporphyr und die begleitenden Tuffe
Porphyrit und die begleitenden Tuffe
Trapp und Melaphyr
Schwarzer Bimsteintuff
Tiefengesteine: Granit und Monzonit
Kalkstein